

מים טהורים ומדע מעולה בנגב

מחקרה של פרופסור שרון ווקר מקליפורניה, הבוחן כיצד נדבקים חיידקים וחלקיקים אחרים המצויים במים למשטחים, הביא אותה למכון צוקרברג לחקר המים בשדה בוקר **מאת איתן קריין**

מבחינה פיזיקלית חשוב לקבוע את השפעתם של גורמים כגון מהירות זרימת המים, מידת הערבוב והחספוס של המשטח. לכימיה של פני השטח יש כמובן חשיבות רבה, חיידקים מיטיבים להידבק לקבוצות כימיות מסוימות, כגון תחמוצות, המצויות על פני המינרלים. גם הרכב היונים המומסים במים חשוב מאוד. ריכוזים שונים של סידן, נתרן, כלור ויונים נוספים תורמים לאינטראקציות הכימיות עם פני השטח. ווקר מדגישה שמבחינתה אין חשיבות אם משתנה מסוים עוזר לחיידק להידבק או גורם לו להידחות ממשטח דווקא, מה שחשוב הוא עצם הבנת השפעתם של הגורמים השונים, הבנה שתשפר את יכולתנו לסלק אותם.

תכנון חומרים חדשים המאפשרים ספיחת חיידקים הוא תחום עיסוקם של כמה חוקרים במכון צוקרברג לחקר המים, מפני שלממברנות יש תפקיד ראשון במעלה בהתפלת מים. החוקרים מעוניינים למנוע ככל האפשר את הידבקותם של חיידקים לממברנות וזאת על למנוע יצירת רובד ביולוגי שלרוב סותם אותן. פעילות זו, המתרחשת במכון צוקרברג, היא אחת הדוגמאות ליישום תוצאות מחקרה של ווקר. ואכן, אחד המחקרים שווקר הייתה שותפה להם בישראל, שכבר התפרסם בכתב העת היוקרתי Langmuir המסקר מחקרי פני שטח, עוסק במניעת הידבקות של חיידקים באמצעות מולקולה הנספחת לפני השטח, משנה את התכונות הכימיות שלהם ועושה אותם בלתי טעונים והידרופוביים. ד"ר משה הרצברג, עמיתה הישראלי של ווקר והמארח האקדמי שלה, מספר שלא זו בלבד שהמולקולה הזאת

פרופסור שרון ווקר, מאוניברסיטת קליפורניה בריברסייד מחייכת למשמע השאלה השגורה שאני שואל אותה, וחוזרת ומאשרת בפעם המי יודע שאיכות המים בישראל מעולה ושהיא שותה מים מן הברז ללא חשש. "הרי המדענים והמהנדסים בישראל הם מן הטובים בעולם בתחום איכות המים והתפלתם." זאת בדיוק הסיבה לכך שהיא כאן, בשנת שבתון במסגרת תכנית פולברייט האמריקנית לחילופי מרצים וסטודנטים (השתתפותה של ישראל בתכנית זו מנוהלת על ידי קרן חינוך ארה"ב-ישראל). לדברי ווקר ישראל היא אחת מארבע המדינות המובילות את התחום יחד עם הולנד, שוודיה וארה"ב.

ווקר מתמקדת במחקרה במנגנונים הפיזיקליים, הכימיים והביולוגיים הגורמים לחלקיקים בעייתיים במים, טבעיים או מעשה ידי אדם, להיצמד למשטחים, סוגיה בעלת חשיבות מכרעת כשרוצים לסנן את המים ולסלק את החלקיקים האלה. עיקר עיסוקה התמקד עד כה בחיידקים מחוללי מחלות, כגון סלמונלה ואישרשייה קולי המצויים בפיקוח מתמיד של רשויות המים. מנגנוני ההידבקות קובעים אם החלקיקים יישארו במים או ייצמדו למשטחים. כושר ההידבקות של חיידקים מושפע מגורמים רבים ומגוונים: הביולוגיה מעניקה לחיידקים ציפוי של פולימרים דמויי שערות המאפשרים להם להידבק. החיידקים מתוחכמים למדי, אומרת ווקר, ולעתים הם מסוגלים לבחור אם להידבק או לא בהתאם לחומרים המזינים המצויים על פני המשטח - אך כפי שמתברר בהמשך השיחה, הבחירה אינה תמיד בידיהם.

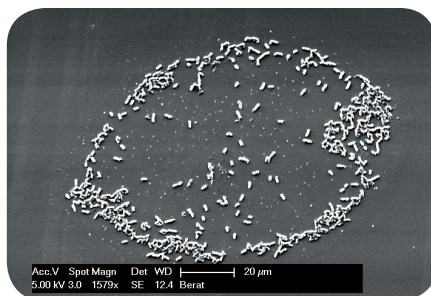


שרון ווקר, החוקרת כיצד חיידקים וחלקיקים מזיקים אחרים במים נדבקים למשטחים, מצאה בית שני בשדה בוקר, מקום שבו האקלים דומה מאוד לזה השורר באוניברסיטת הבית שלה בריברסייד שבדרום-קליפורניה.

מחקריה של שרון ווקר הם אמנם בתחום המדע הטהור, אבל ההשלכות היישומיות שלהם ברורות. היא עובדת בשיתוף פעולה עם מומחי משרד החקלאות האמריקני (USDA) במתקני הניסוי שלהם כדי לבחון כיצד אפשר לשפר את תקנות איכות המים. במהלך שהותה בשדה בוקר הצליחה ווקר לזוּם ולאשר תכנית לשיתוף פעולה בין אוניברסיטת בן גוריון בנגב ובין ה-USDA ואוניברסיטת ריברסייד לחילופי חוקרים.

בשלב זה של הפגישה שלנו קוטע את השיחה בכי של תינוקת. זוהי מעין, הצברית החדשה של משפחת ווקר שנולדה כאן במהלך השבתון. ובעוד בעלה של שרון מרגיע את הפעוטה, אנו עוברים לשיחה אישית יותר. בתשובה לשאלתי כיצד השתלבה בשדה בוקר מתמלאת ווקר התלהבות. "מכון צוקרברג לחקר המים הוא מכון מעולה," היא אומרת, "ומסיפה שמעולם לא זכתה לעבוד במקום שבו שיתוף הפעולה בין אנשים מתחומים שונים פורה כל כך. היא משבחת גם את איכות החיים בקמפוס שדה בוקר של אוניברסיטת בן גוריון בנגב. "זהו מקום מיוחד עם אווירה חברתית, תרבותית, אקדמית ואינטלקטואלית המקדמת מאוד את המחקר. לכולם חשובה פה הסביבה, וזהו מקום קטן שאפשר לנו להשתלב גם מבחינה חברתית." את כל זאת מאשר גם משה הרצברג שמוסיף שמלבד ההישגים האקדמיים זכתה ווקר גם באהדת הסטודנטים כמרצה. ווקר מסבירה שהסטודנטים בשדה בוקר מעורבים מאוד ומבריקים מאוד. "הם גם בוגרים יותר, זה היה תענוג ללמד סטודנטים שהם למעשה בגיל שלי," היא מספרת.

לשרון ווקר חשוב מאוד לעודד בני נוער, ובעיקר בנות, ללמוד מדע והנדסה. היא פעילה בכמה ארגונים כלל-לאומיים בארה"ב הפועלים להגדלת החלק היחסי של נשים במחקר. מדי שנה מגיעות לקמפוס אוניברסיטת ריברסייד 500-1000 בנות צעירות, מכיתה א' ועד תיכון, כדי לשבור סטריאוטיפים ולראות שהנדסה אינה רק מקצוע לנשים. "אני מודאגת מאוד מכך שלא יהיו די מהנדסים בעתיד," אומרת ווקר. "ולכן חשוב מאוד להפנות מאמץ לעידוד בנות ללמוד את המקצועות האלה." אנו מסיימים את השיחה בשאלה שווקר נוהגת לאתגר בה ילדים צעירים שאתם היא נפגשת: "מהם הדברים שעשיתם היום, שבהם לא מעורבת עבודתם של מדענים ומהנדסים?"



חיידקי *Salmonella gallinarum* נדבקים למשטחים בשל גורמים ביולוגיים, פיזיקליים וכימיים. הבנת הגורמים האלה הכרחית לשיפור היכולת שלנו לסלק אותם מן המים.

מונעת את ההדבקה אלא אף משבשת את יכולת חישת המניין של החיידקים ומונעת מהם ליצור רובד.

המאמר הזה מדגיש את המסקנה העיקרית הנובעת מעבודותיה של ווקר: הגורמים החשובים ביותר בהידבקות חיידקים אינם גורמים ביולוגיים אלא גורמים כימיים-פיזיקליים דווקא, ובייחוד כוחות אלקטרוסטטיים. החיידקים מכוסים פולימרים חלבוניים, מסבירה ווקר, שבתנאי הכימיה של המים כמעט תמיד טעונים במטען שלילי. חיידקים אלה יימשכו למשטחים בעלי מטען חיובי, והכוחות ילכו ויתחזקו ככל

שמליחות המים תעלה. במים מתוקים הכוחות החזקים יותר הם כוחות דחייה דווקא. מסקנה זו עומדת בניגוד מסוים לדעה הרווחת שטענה שחיידקים נצמדים למשטחים כדי להשיג יותר חומרים מזינים. "אבל לפעמים הכוחות החשמליים חזקים כל כך, עד שהם גורמים לחיידקים להידבק או להידחות רק מפני שאלה הם הכוחות הפועלים. בדיוק כמו שאנו נצמדים לפני כדור הארץ אם נרצה ואם לא," אומרת ווקר.

כאמור, לאחרונה החלה ווקר לחקור חלקיקים חדשים, חלקיקי-ננו לא ביולוגיים, שהשפעותיהם הרעילות אינן מוכרות והקהילה הרפואית מודאגת לגביהם. ווקר הגיעה למסקנה שהגורמים המשפיעים על הידבקותם של חלקיקים כאלה אינם שונים באופן עקרוני מן הכוחות הפועלים על חיידקים. הסיבה שהמחקר בנושא החל רק כעת, מסבירה ווקר, היא העלייה המתמדת בריכוזם של חלקיקי-ננו במים בשל החדרתם למוצרי צריכה כגון משחות שיניים, והדאגה הגוברת כאשר להשפעתם. ועוד היא אומרת, שרק לאחרונה התפתחו הכלים המאפשרים לחקור חלקיקי-ננו במים. ווקר מצמידה תגיות פוספורסצנטיות לחלקיקים, חיידקים או חלקיקי-ננו, וצופה בהם במיקרוסקופ בתנאים שונים, כגון בתא זרימה, כדי לקבוע באופן כמותי את קצב ההיצמדות שלהם למשטחים.

מכון צוקרברג לחקר המים נוסד ב-2002 כחלק מן המכונים לחקר המדבר על שם יעקב בלאושוטין בקמפוס שדה בוקר של אוניברסיטת בן גוריון בנגב. המכון מאגד היבטים שונים של חקר המים, מהפקת מי תהום וטכניקות התפלה ועד למחקרים בהינדסיה דרולוגיה סביבתית, הידרו-ביולוגיה, הידרו-כימיה וכלכלה וניהול של משאבי מים. המכון שם דגש מיוחד על חקר ופיתוח מקורות מים באזורים צחיחים בכלל ובישראל ובמזרח התיכון בפרט. המכון מפעיל גם תכנית לימודים בהידרולוגיה, הנדסת מים וניהול משאבי מים כדי לעמוד בדרישה הגוברת לאנשי מקצוע בתחום.

ד"ר איתן קריין הוא העורך המדעי-תפעולי של סיינטיפיק אמריקן ישראל וראש תכנית תרבות-מדע בחמד"ע www.hemda.org.il/culture. הראיון התקיים בסיוע קרן פולברייט.